



# **TÉCNICAS Y ESTRUCTURAS DIGITALES**

**Ejemplos de Memoria Virtual**

# Ejemplo 1

- Un sistema de gestión de memoria virtual de paginación por demanda se organiza en páginas de 512 palabras, una memoria virtual de 16 páginas (numeradas de 0 a 15) y una memoria física de 4 marcos (numeradas de 0 a 3). El contenido actual de la memoria libre para usuario es:

Marco	Contenido
0	Página 4
1	Página 9
2	Página 5
3	Página 1

- Sabiendo esto
  - Muestre el contenido inicial de la tabla de páginas.
  - Muestre el contenido de la tabla de páginas tras generar cada una de las siguientes direcciones lógicas (utilice el algoritmo óptimo para el reemplazo de páginas): \$0458 \$066D \$0801 \$026E \$0AD8

# Ejemplo 1. Tabla de Páginas

- La Tabla de Páginas indica qué páginas de memoria virtual se encuentran presentes en memoria física. Para ello, conforme se solicitan páginas se asignan éstas a marcos de memoria principal, activándose el bit de validez (bit V/I) correspondiente.

Página	Marco	V/I
0		I
1	3	V
2		I
3		I
4	0	V
5	2	V
6		I
7		I
8		I
9	1	V
10		I
11		I
12		I
13		I
14		I
15		I

Páginas de Memoria Virtual

Marco de Memoria Física (RAM)

# Ejemplo 1. Direcciones Lógicas a Direcciones Físicas

- ▶ Para calcular la dirección física correspondiente a una página cargada en memoria principal se debe conocer: bits de N° de página, bits de desplazamiento y N° de marco asignado. En este caso:
  - Tamaño página = 512 palabras =  $2^9 \rightarrow 9$  bits para el desplazamiento
  - Memoria lógica = 16 páginas =  $2^4 \rightarrow 4$  bits para N° de página
  - Memoria física = 4 marcos =  $2^2 \rightarrow 2$  bits para N° marco
- ▶ Dada la dirección lógica \$026E, cuya página se asigna al marco \$3, la dirección física respectiva se obtiene reemplazando el **número de página** por el **número de marco**.

**DIRECCIÓN  
LÓGICA**

**\$026E = 0000 0010 0110 1110**  
N° DE PÁGINA (7 BITS) DESPLAZAMIENTO (9 BITS)

**DIRECCIÓN  
FÍSICA**

**\$066E = 0 0110 0110 1110**  
N° DE MARCO (4 BITS) DESPLAZAMIENTO (9 BITS)



# Ejemplo 1. Direcciones Lógicas a Direcciones Físicas

- Conversión de Direcciones Lógicas a Direcciones Físicas (páginas de memoria virtual cargadas en memoria principal)

	Dirección Lógica	Página	Desplazamiento	Nº de Pág.	Nº de Marco	Dirección Física
1)	\$0458	0000 010	0 0101 1000	2	-	-
2)	\$066D	0000 011	0 0110 1101	3	-	-
3)	\$0801	0000 100	0 0000 0001	4	0	\$001
4)	\$026E	0000 001	0 0110 1110	1	3	\$66E
5)	\$0AD8	0000 101	0 1101 1000	5	2	\$4D8

# Ejemplo 1

- El algoritmo de reemplazo óptimo (OPT) consiste en sustituir la página que vaya a tardar más tiempo en ser referenciada en el futuro. Aunque esta política tiene el mínimo número posible de fallos de página, no se puede llevar a la práctica en tiempo real, y sólo se utiliza como una referencia teórica para medir la eficiencia de otras políticas en entornos experimentales.

		1)	2)	3)	4)	5)			
Marco\Pág	4	9	5	1	2	3	4	1	5
0	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1		9	9	9	2	3	3	3	3
2			5	5	5	5	5	5	5
3				1	1	1	1	1	1

# Ejemplo 1

## ► Tablas de Páginas

Pág.	Marco	V/l
0		I
1	3	V
2		I
3		I
4	0	V
5	2	V
6		I
7		I
8		I
9	1	V
10		I
11		I
12		I
13		I
14		I
15		I

→

Pág.	Marco	V/l
0		I
1	3	V
2	1	V
3		I
4	0	V
5	2	V
6		I
7		I
8		I
9	1	I
10		I
11		I
12		I
13		I
14		I
15		I

→

Pág.	Marco	V/l
0		I
1	3	V
2	1	I
3	1	V
4	0	V
5	2	V
6		I
7		I
8		I
9	1	I
10		I
11		I
12		I
13		I
14		I
15		I

## Ejemplo 2

- ▶ Dada una computadora con 16 MB de memoria principal y un esquema de gestión de memoria virtual paginado con páginas de 8 KB. Un proceso produce la siguiente secuencia de accesos a memoria: \$02D4B8, \$02D4B9, \$02D4EB, \$02D86F, \$F0B621, \$F0B815, \$F0D963, \$F0B832, \$F0BA23, \$D9D6C3, \$D9B1A7, \$D9B1A1, \$F0BA25, \$02D4C7, \$628C3A, \$628A31, \$F0B328, \$D9B325, \$D73425. El sistema operativo asigna al proceso 4 marcos de memoria principal. Describa el comportamiento del gestor de memoria usando cada uno de los siguientes algoritmos de reemplazo de páginas:

- Algoritmo FIFO
- Algoritmo LRU
- Algoritmo OPT

¿Cuántos fallos de página se producen con cada algoritmo?

## Ejemplo 2

- ▶ Para los 16 MB de la memoria principal se necesitan 24 ( $2^{24}=16$  MB) líneas de direccionamiento, para el desplazamiento interno en las páginas de 8 KB se necesitan 13 bits; como hay 4 marcos en memoria principal, los identificamos con 2 bits.
- ▶ Dadas las direcciones lógicas correspondientes a 19 páginas, a continuación se describe el comportamiento del gestor de memoria al reemplazar estas páginas en memoria física, de acuerdo a diferentes algoritmos. En primer lugar, se descomponen las direcciones lógicas en número de página y desplazamiento; para luego asignar cada página al marco que corresponda.

## Ejemplo 2

► Análisis de las direcciones lógicas

DIR.LÓGICA	N° PÁG.			DESPLAZ. INTERNO	N° PÁG. EN HEX		
\$02D4B8	000 0	001 0	110	1 0100 1011 1000	\$016		
\$02D4B9	000 0	001 0	110	1 0100 1011 1001	\$016		
\$02D4EB	000 0	001 0	110	1 0100 1110 1011	\$016		
\$02D86F	000 0	001 0	110	1 1000 0110 1111	\$016		
\$F0B621	111 1	000 0	101	1 0110 0010 0001	\$785		
\$F0B815	111 1	000 0	101	1 1000 0001 0101	\$785		
\$F0D963	111 1	000 0	110	1 1001 0110 0011	\$786		
\$F0B832	111 1	000 0	101	1 1000 0011 0010	\$785		
\$F0BA23	111 1	000 0	101	1 1010 0010 0011	\$785		
\$D9D6C3	110 1	100 1	110	1 0110 1101 0011	\$6CE		
\$D9B1A7	110 1	100 1	101	1 0001 1010 0111	\$6CD		
\$D9B1A1	110 1	100 1	101	1 0001 1010 0001	\$6CD		
\$F0BA25	111 1	000 0	101	1 1010 0010 0101	\$785		
\$02D4C7	000 0	001 0	110	1 0100 1101 0111	\$016		
\$628C3A	011 0	001 0	100	0 1101 0011 1010	\$314		
\$628A31	011 0	001 0	100	0 1010 0011 0001	\$314		
\$F0B328	111 1	000 0	101	1 0011 0010 1000	\$785		
\$D9B325	110 1	100 1	101	1 0011 0010 0101	\$6CD		
\$D73425	110 1	011 1	001	1 0100 0010 0101	\$6B9		

## Ejemplo 2

- Algoritmo FIFO (First In First Out, primera en entrar, primera en salir; se reemplaza la página más "antigua")

M\P	\$016	\$016	\$016	\$016	\$785	\$785	\$786	\$785	\$785	\$6CE	\$6CD	\$6CD	\$785	\$016	\$314	\$314	\$785	\$6CD	\$6B9	
\$0	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$6CD	\$6B9								
\$1	-	-	-	-	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016
\$2	-	-	-	-	-	-	\$786	\$786	\$786	\$786	\$786	\$786	\$786	\$786	\$786	\$314	\$314	\$314	\$314	\$314
\$3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$6CE	\$785	\$785	\$785							

Se producen **9 fallos** de página con este algoritmo.

## Ejemplo 2

- Algoritmo LRU (Least Recently Used, se reemplaza la página menos recientemente referenciada)

M\P	\$016	\$016	\$016	\$016	\$785	\$785	\$786	\$785	\$785	\$6CE	\$6CD	\$6CD	\$785	\$016	\$314	\$314	\$785	\$6CD	\$6B9	
\$0	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$6CD									
\$1	-	-	-	-	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785
\$2	-	-	-	-	-	-	\$786	\$786	\$786	\$786	\$786	\$786	\$786	\$786	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$6B9
\$3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$6CE	\$6CE	\$6CE	\$6CE	\$6CE	\$6CE	\$314	\$314	\$314	\$314	\$314

Se producen **8 fallos** de página con este algoritmo.

## Ejemplo 2

- Algoritmo OPT (Óptimo, reemplaza la página que tardará más tiempo en ser referenciada. Es un modelo teórico)

M\P	\$016	\$016	\$016	\$016	\$785	\$785	\$786	\$785	\$785	\$6CE	\$6CD	\$6CD	\$785	\$016	\$314	\$314	\$785	\$6CD	\$6B9	
\$0	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$314	\$314	\$314	\$314	\$6B9
\$1	-	-	-	-	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785
\$2	-	-	-	-	-	-	\$786	\$786	\$786	\$786	\$6CD									
\$3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$6CE										

Se producen **7 fallos** de página con este algoritmo.

## Ejemplo 2

- Algoritmo Segunda Oportunidad (modificación del algoritmo FIFO; soluciona el problema de desalojar una página que se referencia mucho)

M\P	\$016	\$016	\$016	\$016	\$785	\$785	\$786	\$785	\$785	\$6CE	\$6CD	\$6CD	\$785	\$016	\$314	\$314	\$785	\$6CD	\$6B9	
\$0	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$016	\$6B9
\$1	-	-	-	-	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785	\$785
\$2	-	-	-	-	-	-	\$786	\$786	\$786	\$786	\$6CD									
\$3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	\$6CE	\$6CE	\$6CE	\$6CE	\$6CE	\$6CE	\$314	\$314	\$314	\$314	\$314

Se producen **7 fallos** de página con este algoritmo.